



**HAL**  
open science

## Chapitre 14. MonPaGe: un protocole informatisé d'évaluation de la parole pathologique en langue française

Cécile Fougeron, Véronique Delvaux, Michaela Pernon, Nathalie Lévêque, Stéphanie Borel, Pauline Pellet, Odile Bagou, Roland Trouville, Lucie Ménard, Sabina Catalano, et al.

### ► To cite this version:

Cécile Fougeron, Véronique Delvaux, Michaela Pernon, Nathalie Lévêque, Stéphanie Borel, et al.. Chapitre 14. MonPaGe: un protocole informatisé d'évaluation de la parole pathologique en langue française. Joyeux N. & Topouzkhianian S. Orthophonie et technologies innovantes, 2016, 978-2-36235-093-1. hal-02437340

**HAL Id: hal-02437340**

**<https://hal.science/hal-02437340>**

Submitted on 13 Jan 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CÉCILE FOUGERON  
CHERCHEUR, LPP CNRS/SORBONNE NOUVELLE, FRANCE

VÉRONIQUE DELVAUX  
CHERCHEUR, FNRS & UMONS, BELGIQUE

MICHAELA PERNON  
ORTHOPHONISTE, AP-HP HÔPITAL LARIBOISIÈRE &  
LPP CNRS/SORBONNE NOUVELLE, FRANCE

NATHALIE LÉVÊQUE  
ORTHOPHONISTE, AP-HP HÔPITAL PITIÉ-SALPÉTRIÈRE & LPP  
CNRS/SORBONNE NOUVELLE, FRANCE

STÉPHANIE BOREL  
ORTHOPHONISTE, AP-HP HÔPITAL PITIÉ-SALPÉTRIÈRE & LPP  
CNRS/SORBONNE NOUVELLE, FRANCE

PAULINE PELLET  
LOGOPÉDISTE, UNIVERSITÉ ET HÔPITAUX UNIVERSITAIRES  
DE GENÈVE, FPSE, SUISSE

ODILE BAGOU  
LOGOPÉDISTE, UNIVERSITÉ DE GENÈVE, SUISSE

ROLAND TROUVILLE  
INFORMATICIEN, LPP CNRS/SORBONNE NOUVELLE, FRANCE

LUCIE MÉNARD  
PROFESSEUR, UNIVERSITÉ DE QUÉBEC À MONTRÉAL, CANADA

SABINA CATALANO  
NEUROPSYCHOLOGUE, HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE GENÈVE, SUISSE

URSULA LOPEZ  
NEUROPSYCHOLOGUE, HÔPITAUX UNIVERSITAIRES DE GENÈVE, SUISSE

TANJA KOCJANCIC ANTOLIK  
CHERCHEUR, LPP CNRS/SORBONNE NOUVELLE, FRANCE

MARINA LAGANARO  
PROFESSEUR, UNIVERSITÉ ET HÔPITAUX UNIVERSITAIRES  
DE GENÈVE, FPSE, SUISSE

ADRESSE DE CORRESPONDANCE : MICHAELA PERNON,  
AP-HP HÔPITAL LARIBOISIÈRE

[michaela.pernon@aphp.fr](mailto:michaela.pernon@aphp.fr)



# MonPaGe, un protocole informatisé d'évaluation de la parole pathologique en langue française

MonPaGe, a computerized protocol for the screening of pathological speech in French



## Résumé

Nous présentons ici MonPaGe, un protocole d'évaluation de la parole dont le contenu est fondé sur des bases linguistiques et cliniques. MonPaGe est conçu pour l'évaluation de la parole francophone de patients présentant des signes de troubles moteurs de la parole. La parole est testée dans différents types de tâches (lecture, série automatique, semi-spontanée...), sur un matériel couvrant les différentes dimensions de la parole (prosodie, tempo, articulation segmentale, voix...), et sur un corpus variant en complexité phonético-phonologique (structure, longueur, planification...). L'examen des productions est basé sur des évaluations perceptives dirigées et sur des mesures acoustiques. MonPaGe repose sur des outils informatisés facilitant la passation, la gestion et l'enregistrement des productions et la cotation de celles-ci. MonPaGe est le résultat d'une collaboration internationale bénéficiant d'une synergie entre cliniciens, linguistes et psycholinguistes.



Evaluation de la parole – Français – Troubles moteurs de la parole



## Abstract

*This paper describes MonPaGe, a linguistically and clinically motivated speech screening protocol. Oriented for both clinical and research goals, the speech material included in the protocol is primarily designed for French-speaking patients presenting signs of speech motor disorders. The speech is tested in different speech tasks (reading, automated, semi-spontaneous...), for different speech dimensions (prosody, tempo, segmental articulation, voice quality...) and according to levels of phonetico-phonological complexity (structural, length, planning...). Assessment of the patient speech relies on both directed perceptual evaluations and acoustic measurements. MonPaGe is build of computerized tools helping the monitoring of the session, the recording of the speech files, and the quotation of the productions. MonPaGe is the result of a fruitful international collaboration between clinician, linguists et psycholinguists.*



Speech assessment – French – Speech motor disorders

## Introduction

Les cliniciens francophones disposent à l'heure actuelle de très peu d'outils normés et validés pour l'évaluation de la production de la parole pathologique sur la base de critères objectifs, en particulier acoustiques. En pratique clinique, les orthophonistes recourent le plus souvent à des sous-parties de batteries existantes. Ils complètent parfois leur bilan de parole/voix par des mesures instrumentales, acoustiques et/ou physiologiques, adaptées aux besoins des pathologies suivies et traitées, mais pour lesquelles ils ne disposent généralement pas de normes de référence. Bien que certaines batteries de tests francophones permettent une évaluation satisfaisante des troubles moteurs de la parole (comme la dysarthrie – trouble de l'exécution – ou l'apraxie – trouble de la programmation), celle-ci se fait principalement sur une base perceptivo-motrice, sans analyse acoustique proprement dite. C'est le cas de la Batterie

d'Évaluation Clinique de la Dysarthie (BECD- Auzou & Rolland-Monnoury, 2006) par exemple. D'autre part, on remarque que, concernant la phonation, des outils informatisés basés sur des mesures acoustiques ont été développés pour les cliniciens (par exemple Vocalab 4, Sicard & Sicard, 2014 ; ou les applications de KayPentax® (ADSV, MDVP)), mais ces outils restent uniquement dédiés à l'analyse de la voix et du contrôle pneumo-phonatoire.

Un groupe de réflexion, composé d'orthophonistes/logopédistes/logopèdes, de phonéticiens, de psycholinguistes, de neuropsychologues et d'informaticiens francophones a ainsi entrepris fin 2014 l'élaboration du protocole « MonPaGe », un protocole d'évaluation informatisé de la parole francophone permettant un bilan quantifié des troubles.

L'équipe s'est fixée pour objectif de concevoir et développer un protocole répondant aux caractéristiques suivantes :

- un outil permettant d'enregistrer et d'évaluer les différents aspects de la production de parole en fonction d'une série de facteurs pouvant affecter cette production (complexité des items à produire, nature de la tâche, etc. – voir infra) ;
- un outil de passation rapide (« screening ») pouvant être combiné à d'autres tests en pratique clinique ;
- un outil informatisé et adapté à la quantification automatisée ;
- un outil francophone avec des normes de références incluant de la variation régionale ;
- un outil ne se limitant pas à son contexte d'application : il est construit en relation avec les questions théoriques et méthodologiques sur l'évaluation de la parole dans son aspect multidimensionnel (voix et articulations, phénomènes segmentaux et suprasegmentaux, etc.) et multi-processus (planification-programmation-exécution) ;
- un outil élaboré à partir de l'expérience du clinicien, des connaissances en acoustique/phonétique et en ingénierie de la parole ;
- un outil permettant d'extraire de manière semi-automatique des indicateurs acoustiques et perceptifs, tant segmentaux que suprasegmentaux.

Aujourd'hui, le protocole est en phase de validation auprès de différentes populations de sujets sains et pathologiques dans quatre pays francophones. Le réseau de chercheurs et de cliniciens collaborant à

la tâche ne cesse de croître. Il inclut les équipes initiatrices du projet (Laboratoire de Phonétique et Phonologie, Université de Paris 3, France; coord. : Cécile Fougeron; Equipe neuropsycholinguistique, Université de Genève; coord. : Marina Laganaro; Institut de Recherches en Sciences et Technologies du Langage, UMONS; coord. : Véronique Delvaux) et d'autres équipes ayant apporté plus récemment leur expertise au développement de MonPaGe (par exemple Lucie Ménard du Laboratoire de Phonétique, Université du Québec à Montréal). Il associe des étudiants en orthophonie/logopédie, phonétique, psychologie et psycholinguistique. Par leur participation au projet MonPaGe, ces équipes collaborent à un projet ayant une dimension internationale au service de la communauté parole francophone.

## I – MonPaGe: l'outil

MonPaGe est un outil informatisé permettant d'enregistrer et d'évaluer qualitativement et quantitativement différents aspects de la production de la parole. Deux applications informatisées (« MonPaGe\_Passation » et « MonPaGe\_Cotation ») ont été développées sous Python pour permettre une passation rapide du protocole (environ 20 min. pour la version minimale et une sévérité modérée), l'enregistrement et l'organisation des fichiers sons, et une cotation facilitée des productions.

L'application logicielle « MonPaGe\_Passation » permet de communiquer au patient de façon standardisée les instructions relatives à chaque tâche (lire à voix haute et de manière intelligible, répéter le plus vite possible, etc.), et affiche à l'écran dans un ordre standardisé les productions de parole sollicitées (voyelles, pseudo-mots, phrases, etc.). Selon les tâches, les stimuli sont présentés en modalité écrite et/ou auditive (répétition). Des modèles audios sont disponibles dans 4 régiolectes : Français de France (Paris), de Belgique (Mons), de Suisse (Genève), du Québec (Montréal). Lors des passations, le sujet est assis face à l'écran de l'ordinateur. Il est équipé d'un micro et est guidé tout au long de la passation par le clinicien ou le chercheur.

L'application enregistre directement et stocke les productions de parole réalisées par le patient pour une évaluation a posteriori.

L'application logicielle sœur « MonPaGe\_Cotation » permet au clinicien/chercheur de naviguer aisément à travers toutes les productions enregistrées pour un même patient et entre différentes sessions d'enregistrement afin de procéder à l'évaluation acoustique et perceptive. L'évaluation acoustique se fait sur la base d'outils élaborés collectivement par les équipes de recherche participantes à l'aide de routines dédiées via le logiciel Praat® (Boersma, 2001). Celles-ci permettent d'évaluer sur un nombre limité de fichiers sons des caractéristiques temporelles et spectrales (temps maximum de phonation sur voyelle tenue, stabilité en fréquence et intensité, durée et formants de voyelles, bruits de fricatives, changements spectraux dus à la coarticulation...) ainsi que des paramètres prosodiques et rythmiques ( $f_0$ , intensité, durée, débit). Le reste de l'évaluation se fait sur des bases perceptives (à l'oreille), à l'aide de questionnaires experts ciblés sur des caractéristiques de parole potentiellement déviantes et discriminantes (Kent et al., 1999a, 1999b; Teston & Viallet, 2000).

Au terme du processus, un résumé de l'évaluation globale est proposé au clinicien (analyse des erreurs détectées par tâche et type de son). L'ensemble des données brutes (enregistrements et analyses acoustiques et perceptives), pour lesquelles des requêtes spécifiques pourront être effectuées, reste disponible pour une exploitation plus poussée en recherche.

## II – MonPaGe: le contenu et les aspects testés

Le noyau dur du protocole MonPaGe comporte 8 modules organisés par tâche et dimension de la parole testée. Avant de décrire en détail ces modules, présentons les principes généraux qui ont guidé le développement du protocole.

Le protocole vise à tester différents aspects de la production de la parole couvrant: (a) le fonctionnement laryngé/phonation, (b) la réalisation des contrastes au niveau segmental (mobilité et précision articulatoire) et la coarticulation, (c) l'organisation de la parole au niveau supra-segmental (prosodie, fluence, rythme) ainsi que (d) l'intelligibilité des productions.

MonPaGe évalue également la parole dans différentes situations

de production : lecture, répétition, production automatique (ex. jour de la semaine), situation de performance extrême/maximale (ex : voyelles tenues le plus longtemps possible, diadococinésies), parole spontanée.

Enfin le matériel linguistique proposé dans MonPaGe manipule des facteurs de complexité phonético-phonologique pouvant induire des difficultés au niveau de la réalisation et/ou planification des séquences à produire. Ainsi, on aura des structures (a) plus ou moins longues (ex : voyelles isolées à phrases), (b) plus ou moins complexes (ex : syllabes simples vs. complexes, aspects alternants vs. répétitifs), et (c) plus ou moins fréquentes (ex : mots vs. non-mots, syllabes plus ou moins fréquentes).

A ce noyau dur, pourront être associés (et intégrés à l'outil informatique) des modules annexes pour tester des aspects spécifiques. Par exemple, un module annexe permettant d'évaluer les interactions entre la parole et les fonctions exécutives est en cours de développement.

### III – MonPaGe: les 8 modules

La figure 1 présente la page d'accueil de « MonPaGe\_Passation » avec les 8 modules du protocole que nous allons décrire succinctement.

Le *module « intelligibilité »* évalue, lors d'une activité interactive patient-évaluateur, l'intelligibilité de la parole du patient. Le patient indique à l'examinateur un mot à écrire dans une forme de couleur donnée en fonction d'un modèle apparaissant à l'écran, celui-ci n'étant pas visualisé par l'examinateur. Par exemple, illustré sur la figure 2, le patient voit sur son écran le mot et l'image d'une fleur apparaître sur un carré bleu. Il a pour consigne de donner les informations à l'évaluateur dans la phrase cadre suivante : 'Mettez le mot \_\_\_ dans le \_\_\_' (ex. « mettez le mot fleur dans le carré bleu »). L'évaluateur a de son côté une grille de réponse contenant les formes colorées sur lesquelles il doit écrire le mot compris.

Afin d'éviter un effet d'apprentissage chez l'évaluateur, l'application sélectionne successivement 15 stimuli de manière aléatoire dans une base de 452 mots. Cette base contient des distracteurs et

des mots appartenant à des paires minimales contrastant sur la base d'un trait phonologique : lieu, mode d'articulation, voisement et nasalité. Le score d'intelligibilité est défini en fonction du nombre de mots correctement reconnus par l'évaluateur.

Le module « *pneumo-phonatoire* » comprend une évaluation standard et rapide du temps maximal de phonation sur un /a/ tenu le plus longtemps possible. Il comprend également deux productions d'un /a/ tenu pendant deux secondes sur lesquelles une analyse acoustique incluant des mesures de f0, de jitter, de shimmer et de HNR est réalisée. Le module comprend également un examen des capacités de modulation de l'intensité vocale dans laquelle il est demandé au patient de produire la séquence 'Hé ho!' à quatre reprises de plus en plus fort, ceci sans modèle audio ni référence pour tester les capacités d'auto-calibration du patient.

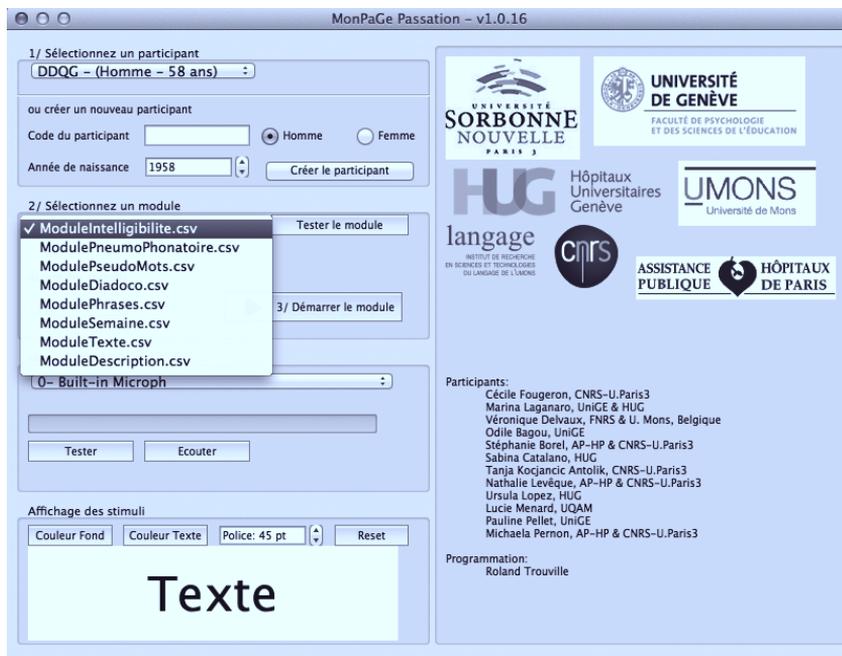


Figure 1: Page d'accueil de « MonPaGe\_Passation ».



Figure 2: Module « Intelligibilité » de « MonPaGe\_Passation ».

Le *module « pseudo-mots »* vise à examiner l’articulation des consonnes et voyelles du français. Celles-ci sont placées dans 53 pseudo-mots respectant la phonotactique du français (ex: ‘rafau’, ‘tabon’, ‘laspa’...). Les facteurs de complexité phonétique et phonologique sont manipulés à différents niveaux (moteurs et structurels), tels la structure syllabique, la longueur syllabique, la position dans le mot, le contexte phonétique (phénomènes de coarticulation), la fréquence syllabique ainsi que l’alternance des mouvements et des syllabes. Les items sont présentés par ordre de complexité croissante.

Lors de l’évaluation, la détection des erreurs et leur caractérisation est faite pour chaque pseudo-mots enregistré. Une grille perceptive ciblée, illustrée sur la figure 3, est proposée par le logiciel et l’évaluateur peut choisir le niveau de détail qu’il veut fournir pour la caractérisation des erreurs. Dans l’exemple présenté figure 3, l’item ‘kablan’ est évalué. La cotation rapide (grille de la partie supérieure) a permis d’indiquer que la consonne initiale /k/ a été perçue incorrecte et qu’une inversion est perçue dans le groupe de consonne /bl/. En mode cotation ‘avancé’, une caractérisation plus fine des erreurs (cases notées ‘incorrectes’) est proposée, permettant ici d’indiquer que la distorsion sur la consonne initiale du mot ‘kablan’ concerne son voisement puisqu’elle semble voisée.

Outre cette évaluation perceptive, des mesures acoustiques sont effectuées sur une sélection d’items. Des mesures de formants basées sur trois exemplaires des voyelles /i, e, ε, a, ɔ, o, u/ permettent de tracer le triangle vocalique des voyelles orales périphériques du locuteur (et son aire). Des mesures spectrales permettant de quantifier la coarticulation pour quelques items sont également en cours de développement.

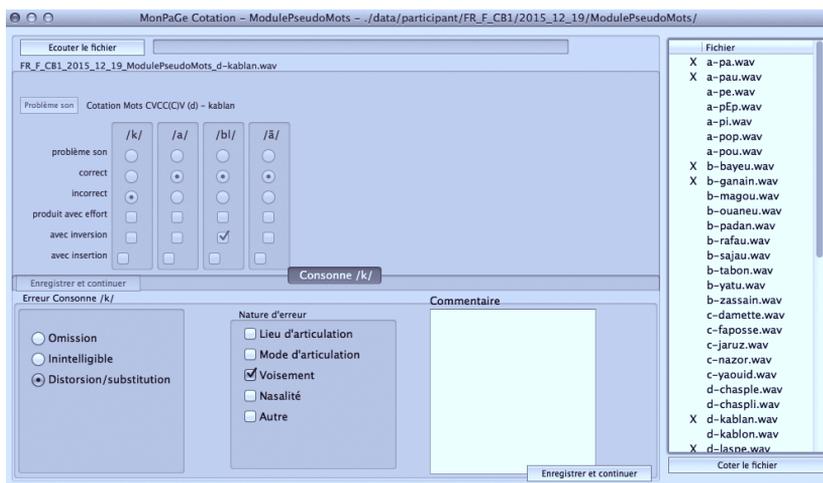


Figure 3: Grilles de cotation proposées pour l'évaluation des items du module « pseudo-mots ». La production est évaluée de façon rapide dans la partie supérieure de la grille (correct, incorrect, produit avec effort...) et en mode cotation 'avancé', la partie inférieure de la grille permet une description plus détaillée des erreurs de production perçues

Le module « diadococinésies » évalue la précision et la vitesse des mouvements articulatoires sous contrainte temporelle. C'est un test de performance maximale bien connu dans lequel le locuteur doit produire le plus rapidement et le plus précisément possible des séquences articulatoires plus ou moins complexes. Six séquences de complexité croissante ont été incluses dans MonPaGe : 'bababa', 'dédédé', 'gogogo' pour les syllabes répétitives CV variant en termes de lieu d'articulation (labiale, coronale, vélaire avec voyelles homorganiques); 'claclacla', 'tratraatra' pour les syllabes répétitives CCV; 'ba-dégo' et 'clatra' pour les syllabes alternantes CV et CCV.

L'évaluation perceptuelle des performances prend en compte le contrôle de la production de la parole au cours du temps, en termes de régularité du débit, de la précision articulatoire, de l'intensité et de la fréquence fondamentale. Parallèlement, une quantification du débit de parole et de sa variabilité au cours du temps est mesurée sur le signal acoustique à partir d'une segmentation simplifiée basée sur les pics d'intensité vocaliques.

Le module « Phrases » est axé sur l'examen de l'aptitude à utiliser adéquatement la prosodie linguistique dans sa fonction distinctive (en l'occurrence, pour produire un contraste de modalité :

affirmation versus question) et dans sa fonction démarcative (découpage de la phrase en unités structurées permettant l'accès au sens). Pour permettre l'analyse acoustique des paramètres prosodiques, les phrases, présentées à l'écrit, comportent des phonèmes voisés dans leur totalité. Des mesures acoustiques de modulation de la  $f_0$  permettent d'évaluer la distinction produite entre affirmation et question. Un mini-test de perception permet de tester le découpage prosodique produit par le locuteur pour marquer la distinction entre les phrases 'Anne-Marie et moi allons à la mer' vs. 'Anne, Marie et moi allons à la mer' : l'examineur écoute les phrases produites et doit dire si deux ou trois personnes vont à la mer.

Enfin, les 3 derniers modules évaluent la parole continue, considérée comme plus naturelle. Dans le *module* « *Semaine* », on teste la production de séries automatiques avec les jours de la semaine produits en boucle pendant 30 secondes. Le débit de parole, les erreurs de sérialité et de prononciation sont évalués.

Dans les *modules* « *Texte* » et « *Description d'image* », la production de contenus plus élaborés est évaluée. Le *module* « *Texte* » met en jeu la lecture d'un conte dont le contenu linguistique permet la manipulation de plusieurs aspects évalués dans les autres modules : précision articulatoire sur des séquences plus ou moins complexes, utilisation de la prosodie (avec ici aussi la prosodie dans sa fonction expressive), fluence/ débit de parole. Ce module permet également de quantifier (en termes de débit parole) la fatigabilité des locuteurs car une même phrase est produite au début et à la fin du texte. Le *module* « *description d'image* » se base sur un dessin conçu pour reprendre plusieurs mots du conte produit dans le *module* « *Texte* » que le locuteur doit décrire librement. A l'heure actuelle, la procédure d'évaluation de ce dernier module reste à établir.

## IV – Etat d'avancement du projet

Le protocole MonPaGe est en cours de normalisation auprès de 400 sujets contrôles adultes, des deux sexes, sur 5 classes d'âge, et sur les quatre régiolectes mentionnés plus haut. La validité interne et la validité externe de ce protocole seront testées, en confrontant les résultats obtenus à des tests et des échelles existants, validés et

utilisés en pratique clinique courante. La sensibilité de la batterie sera également évaluée en longitudinal et en transversal (contrôles vs. plusieurs groupes de patients diagnostiqués avec des troubles de parole « prototypiques »). Les patients inclus dans cette phase de validation présenteront divers troubles de la parole, dont l'apraxie de la parole (étiologies : neurodégénérative ou vasculaire...), divers types de dysarthries s'inscrivant dans des pathologies telles que la maladie de Parkinson, la maladie de Wilson, les pathologies du motoneurone : SLA et SLP, l'Ataxie de Friedreich. Les enregistrements et les pré-analyses sont en cours sur les quatre sites.

Il s'agira ensuite d'affiner le protocole afin de capturer de manière optimale les caractéristiques de parole les plus discriminantes en comparant les résultats des patients à ceux des sujets contrôles, ou encore des différents groupes de patients. Ces éléments permettront d'établir une description quantifiée des troubles en fonction de profils sémiologiques spécifiques et d'assurer des comparaisons de données pour un même patient lors du suivi, en longitudinal. L'identification éventuelle de marqueurs précoces d'atteinte de la parole propre à certaines pathologies, à l'âge, est également visée.

L'innovation de la batterie MonPaGe est ainsi apportée en grande partie par l'informatisation, qui rend l'évaluation plus rapide et plus contrôlée et par la prise en compte des différentes variantes régionales du français.

A terme, l'objectif des initiateurs du projet est de mettre le protocole MonPaGe (libre de droit et validé) gratuitement à disposition de la communauté clinique et scientifique.

## Remerciement

Ce travail a bénéficié partiellement d'une aide de l'Etat gérée par l'Agence Nationale de la Recherche au titre du programme "Investissements d'Avenir" portant la référence ANR-10-LABX-0083

Auzou, P., & Rolland-Monnoury, V. (2006). *Batterie d'Évaluation Clinique de la Dysarthrie*. Isbergues: Ortho Edition.

Jan, M. (2007). L'évaluation instrumentale de la dysarthrie en France. Dans P. Auzou, V. Rolland-Monnoury, S. Pinto, & C. Ozsancak (dir.), *Les dysarthries* (pp. 119- 122). Marseille: Solal.

Kent, R.D., Vorperian, H.K., & Duffy, J.R. (1999a). Reliability of the Multi-Dimensional Voice Program for the Analysis of Voice Samples of Subjects with Dysarthria. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 8, 129-136.

Kent, R.D., Weismer, G., Kent, J., Vorperian, H.K., & Duffy, J.R. (1999b). Acoustic studies of dysarthric speech: methods, progress, and potential. *Journal of Communication Disorders*, 32, 141-186.

Sicard A., & Sicard, E. (2014). *Vocalab 4*. Editions Gerip.

Teston, B., & Viallet, F. (2001). Évaluation objective de la prosodie. Dans P. Auzou, C. Ozsancak, & V. Brun (dir.), *Les dysarthries* (pp. 109-121). Paris: Masson.



